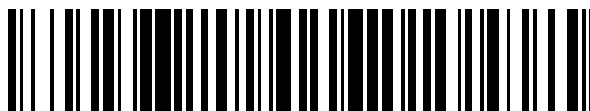


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 319**

51 Int. Cl.:

<b>H02K 33/16</b>	(2006.01)
<b>A61C 17/34</b>	(2006.01)
<b>A61C 7/22</b>	(2006.01)
<b>F16F 1/18</b>	(2006.01)
<b>H02K 33/00</b>	(2006.01)
<b>A61C 17/22</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2013 PCT/IB2013/055708**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2014 WO14009915**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2013 E 13739814 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 2873143**

54 Título: **Motor lineal y dispositivo eléctrico con motor lineal**

30 Prioridad:

**13.07.2012 EP 12176403**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**12.09.2018**

73 Titular/es:

**BRAUN GMBH (100.0%)  
Frankfurter Strasse 145  
61476 Kronberg/Taunus, DE**

72 Inventor/es:

**SCHOBBER, UWE;  
ZIEGLER, FRANK y  
SCHAEFER, ROBERT**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 2 681 319 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Motor lineal y dispositivo eléctrico con motor lineal

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un motor lineal (es decir, un motor de masa elástica resonante para proporcionar un movimiento lineal alternativo u oscilante) y, en particular, con un muelle para proporcionar la fuerza de recuperación en dicho motor lineal. La invención se refiere además a un dispositivo eléctrico que comprende dicho motor lineal.

10

**Antecedentes de la invención**

Se conocen motores lineales que comprenden una carcasa, una armadura montada en la carcasa para oscilación lineal, un estátor que comprende una bobina para accionar la armadura en un movimiento oscilatorio, y un vástago de control de amplitud, donde la armadura es empujada por un muelle helicoidal contra la carcasa en un extremo, el vástago de control de amplitud es empujado en un extremo por un muelle helicoidal contra la carcasa, y donde el otro extremo de la armadura es empujado mediante un muelle helicoidal contra el otro extremo del vástago de control de amplitud. El vástago de control de amplitud en particular se utiliza para absorber o aumentar una amplitud de la armadura. El documento US 2004/130221 A1 explica, en general, un motor de este tipo.

15

20

El documento DE 10 2006 061381 A1 describe un muelle plano para montar un árbol oscilante de un sistema oscilatorio. El muelle permite montar el árbol en una sección de sujeción central y tiene una sección de fijación exterior a modo de bastidor. Se extienden dos brazos desde la sección de sujeción central y se conectan con el bastidor de sujeción exterior, cuyos brazos se extienden en espiral alrededor de la sección de sujeción central en un intervalo angular de menos de 180 grados. Por lo general, el muelle tiene una estructura general achatada en su plano de extensión. El muelle y el sistema oscilatorio se describen para su uso con un cepillo dental eléctrico.

25

30

Es un objeto de la presente descripción proporcionar un muelle para un motor lineal, un motor lineal y un dispositivo eléctrico equipado con un motor lineal de este tipo que se mejoran con respecto a los motores lineales y a los dispositivos eléctricos conocidos o al menos proporcionan un diseño alternativo.

**Resumen de la invención**

35

De acuerdo con al menos un aspecto, se proporciona un muelle laminar plano para un motor lineal como se define mediante la reivindicación 1.

De acuerdo con al menos un aspecto, se proporciona un motor lineal como se define mediante la reivindicación 5.

40

Según al menos un aspecto, se proporciona además un dispositivo eléctrico que tiene un motor lineal como el propuesto, en donde el motor lineal está dispuesto para accionar un elemento funcional del dispositivo eléctrico.

**Breve descripción de los dibujos**

45

El muelle laminar plano, el motor lineal y el dispositivo eléctrico propuestos con dicho motor lineal serán más comprensibles mediante una descripción detallada de realizaciones de ejemplo y con referencia a las figuras. En las figuras

50

La Fig. 1 es una representación de una realización de ejemplo de un muelle laminar como se puede usar en un motor lineal como se propone;

la Fig.2 es un corte longitudinal de una realización de ejemplo de un motor lineal según la presente descripción;

55

la Fig.3 es un corte en sección transversal a través del motor lineal que se muestra en la Fig.3 a lo largo del plano indicado por la línea A-A;

la Fig.4 es un gráfico que indica la fuerza de accionamiento máxima F que puede ser proporcionada por un motor lineal frente a la amplitud máxima A de la oscilación lineal, donde la curva referenciada como M se refiere a un motor según la presente descripción;

60

la Fig.5 es una representación de una realización de ejemplo de un dispositivo eléctrico que puede comprender un motor lineal según la presente descripción.

**Descripción detallada de la invención**

65

El siguiente texto muestra una descripción amplia de numerosas realizaciones diferentes de la presente descripción. La descripción debe considerarse solamente como ilustrativa y no describe todas las realizaciones posibles, ya que

describir todas las realizaciones posibles resultaría poco práctico, si no imposible. Se entenderá que cualquier rasgo, característica, componente, composición, ingrediente, producto, etapa o metodología descrita en la presente memoria se puede eliminar, combinar o sustituir, en todo o en parte, con cualquier otro rasgo, característica, componente, composición, ingrediente, producto, etapa o metodología descrita en la presente memoria. Se podrían aplicar numerosas realizaciones alternativas utilizando la tecnología actual o la tecnología desarrollada después de la fecha de presentación de esta patente, que seguirían entrando en el alcance de las reivindicaciones. Todas las publicaciones y patentes citadas en la presente memoria se incorporan como referencia en la presente memoria.

Aunque las realizaciones se describen en la presente memoria en el marco de un dispositivo de higiene bucodental eléctrico, tal como un cepillo de dientes eléctrico, las realizaciones no se limitan a este. Las realizaciones descritas en la presente memoria pueden implementarse en una gran variedad de aplicaciones, tales como en la aplicación de un limpiador lingual eléctrico, un dispositivo de masaje eléctrico, entre otras muchas.

En algunas realizaciones, un motor lineal según la presente descripción tiene una armadura montada para una oscilación lineal accionada esencialmente a lo largo de una dirección longitudinal y una masa secundaria montada para oscilación lineal esencialmente a lo largo de la dirección longitudinal. La masa secundaria está funcionalmente acoplada con la armadura (p. ej., mediante montaje a una base de unión tal como una carcasa o una estructura de soporte) de manera que las vibraciones generadas por la armadura excitan la masa secundaria en oscilaciones opuestas cancelando las vibraciones de la armadura.

Como es conocido en la técnica, dicho motor lineal donde una masa secundaria está funcionalmente acoplada a una armadura accionada, la masa secundaria puede proporcionar una reducción general de las vibraciones transmitidas por el motor lineal a su carcasa. De forma adicional o alternativa, las vibraciones transmitidas desde la masa secundaria a la carcasa pueden cancelar las vibraciones transmitidas desde la armadura a la carcasa al menos en una determinada fracción, e idealmente de manera completa. En particular, este efecto puede verse si la armadura y la masa secundaria se mueven con una amplitud opuesta (es decir, con un cambio de fase de aproximadamente 180°). En algunas realizaciones, la armadura está montada en al menos un primer y un segundo conjunto de muelle de montaje de la armadura, que se extienden cada uno en un plano perpendicular a la dirección longitudinal a lo largo de la que se monta la armadura en un movimiento lineal, y de forma adicional o alternativa, la masa secundaria está montada con al menos un primer y un segundo conjunto de muelle de montaje de masa secundaria, cada uno extendiéndose en un plano perpendicular a la dirección longitudinal. Al menos el primer y el segundo conjuntos de muelle de la armadura tienen la misma forma y orientación, y están superpuestos cuando se ven en la dirección longitudinal (es decir, están en alineación en dirección longitudinal). Cada uno de los conjuntos de muelle del motor lineal puede comprender por lo menos un muelle laminar plano de acuerdo con la presente descripción, o puede tener una pila de por lo menos dos de esos muelles laminares.

En algunas realizaciones, la masa de la armadura y la masa de la masa secundaria se seleccionan de modo que sean aproximadamente idénticas, p. ej., las dos masas no difieren en más de 10 %, opcionalmente, no más de 5 %, más opcionalmente, no más de 2 % e incluso más opcionalmente, en no más de 1 %. En algunas realizaciones, la masa de la masa secundaria y la masa de la armadura son idénticas.

En algunas realizaciones, un motor lineal según la presente descripción tiene una armadura montada para una oscilación lineal accionada esencialmente a lo largo de una dirección longitudinal, un árbol de accionamiento accionado por la armadura en una oscilación lineal a lo largo de un primer eje longitudinal que es paralelo a la dirección longitudinal, en donde la armadura está dispuesta de manera asimétrica con respecto al eje longitudinal y tiene dos partes de extremo opuestas que se extienden a lo largo del primer eje longitudinal, una parte central que comprende una disposición de imán permanente, cuya parte central se extiende en dirección longitudinal con un desplazamiento al primer eje longitudinal, y dos partes de conexión que conectan cada una de las partes de extremo con la parte central.

Este diseño particular del motor lineal utiliza sensiblemente el volumen de construcción disponible de un motor lineal. En particular, en caso de que la armadura esté montada por conjuntos de muelles laminares que tienen la sección de sujeción respectiva en un área central, la sección central de la armadura necesita retraerse desde el eje central respectivo de las posiciones de sujeción para permitir el máximo volumen de construcción para el estátor que puede estar dispuesto solamente opuesto a la armadura. El lado posterior de la sección central de la armadura puede estar entonces lo más cerca posible de la carcasa del motor lineal. A medida que las secciones de extremo de la armadura necesitan fijarse a la sección de sujeción interior de los conjuntos de muelle, las secciones de conexión conectan las partes de extremo con la sección central retraída.

El término “conjuntos de muelle” en la presente descripción se usa para hacer referencia a todos los conjuntos de muelle de un motor lineal resonante como se propone, es decir, este término puede incluir por lo menos un primer conjunto de muelle de montaje de la armadura o por lo menos un primer conjunto de muelle de montaje de masa secundaria. Cada uno de los conjuntos de muelle puede estar realizado por al menos un muelle laminar plano de acuerdo con la presente descripción o por una pila de por lo menos dos de tales muelles laminares planos. Los muelles laminares planos son planos en un estado de reposo (es decir, cuando no se deforman) y, por lo tanto, se extienden en un plano (desatendiendo el espesor del muelle laminar o de la pila de muelles laminares). Los muelles laminares planos tienen una estructura a modo de espiral, es decir, el muelle laminar plano comprende un brazo elástico que forma una espiral desde un área central del muelle laminar plano hacia un área externa. De

acuerdo con la presente invención, un haz radial en el plano de extensión del muelle laminar plano que se origina desde el centro del área del muelle laminar plano o desde el centro del área de una sección de sujeción interior siempre se cruza con todos los ángulos (es decir, 0 grados a 360 grados) del brazo elástico por lo menos una vez. De acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción, todos los conjuntos de muelle pueden tener la misma forma y pueden estar dispuestos con orientación idéntica (es decir, están alineados con respecto a la dirección longitudinal o, en otras palabras, superpuestos cuando se ven a lo largo de la dirección longitudinal).

De acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción, la forma de los conjuntos de muelles en al menos una mitad del muelle laminar puede ser aproximarse mediante un círculo desde el cual una sección es al menos aproximadamente 10 % del diámetro del círculo, opcionalmente al menos aproximadamente 15 % del diámetro, aún más opcionalmente al menos aproximadamente 20 % del diámetro, e incluso más opcionalmente al menos aproximadamente 25 % del diámetro, aunque valores mayores no están excluidos, p. ej., al menos 30 %, al menos 35 %, etc. Como la forma de los conjuntos de muelle puede definir esencialmente la forma en sección transversal del motor lineal, esta forma proporciona un volumen de construcción adicional en paralelo con el motor lineal en caso de que el motor lineal esté dispuesto en una carcasa (de la sección de asa de un dispositivo eléctrico) que tiene una cavidad interior que es esencialmente circular en sección transversal. Aspectos adicionales o alternativos de los conjuntos de muelle según la presente descripción se describen a continuación, en particular, con referencia a la Fig. 1.

La Fig.1 es una representación de una realización de ejemplo de un muelle 50 laminar plano que se puede utilizar en un motor lineal como se propone. La Fig. 1 muestra la topología general del muelle 50 laminar plano en su plano de extensión extendido por los ejes  $x$  e  $y$ . El muelle 50 laminar plano puede tener un espesor, en particular, un espesor homogéneo en la dirección  $z$  (es decir, en una dirección que es perpendicular al plano del papel en el que se representa el muelle laminar 50). El espesor puede estar en el intervalo de entre aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 1,0 mm, opcionalmente un espesor en el intervalo de aproximadamente 0,3 mm a aproximadamente 0,5 mm. En algunas realizaciones pueden utilizarse espesores de entre 0,35 mm a 0,4 mm. Dichos muelles laminares planos, como se muestra, pueden estar hechos en particular de una lámina de acero inoxidable (en particular, de un acero elástico adecuado), p. ej., mediante troquelado o corte con láser, aunque no se excluirán otros materiales de lámina metálica, tales como latón y también otras técnicas de fabricación, tales como el corte regular.

El muelle 50 laminar plano tiene una topología generalmente a modo de espiral. El muelle 50 laminar plano tiene en una posición superior izquierda una sección de sujeción exterior 51, entonces sigue un brazo elástico a modo de espiral 58 que está compuesto de una primera sección de brazo elástico 52 y una segunda sección de brazo elástico 53. En el otro extremo del brazo elástico a modo de espiral 58 en una posición más central cerca de un área central 59 del muelle laminar 50, el brazo elástico 58 se termina por una sección 54 de sujeción interior. Debido a la topología a modo de espiral, la sección 51 de sujeción exterior está dispuesta en el exterior del muelle laminar y la sección 54 de sujeción interior está dispuesta más centrada dentro del área del muelle laminar. Esto significa que el eje de acoplamiento de accionamiento (es decir, el eje longitudinal  $L$  tal como se indica en la Fig. 2) se fuerza para colocarse cerca del centro del área del muelle laminar si la sección de sujeción exterior se usa para la fijación del muelle laminar 50 en una carcasa 20 del motor (como se muestra en la Figura. 2).

Generalmente, el muelle 50 laminar plano consiste en una sección 54 de sujeción interior, una sección 51 de sujeción exterior y un brazo elástico 58 que conecta las secciones 54, 51 de sujeción interior y exterior y espirales alrededor de un centro del área 54A de la sección 54 de sujeción interior a lo largo de un intervalo angular de al menos 360 grados. Generalmente, el muelle 50 laminar plano es achatado en su plano de extensión, es decir, una relación de una anchura  $w$  del muelle 50 laminar plano y de una altura  $h$  del muelle laminar plano es mayor que 1,0, en particular, esta relación es por lo menos de 1,33. Como se muestra en la Fig. 1, el rectángulo más pequeño posible  $Q$  que aún envuelve completamente el muelle 50 laminar plano tiene un lado pequeño y un lado largo que coincide con la altura y la anchura del muelle 50 laminar plano. Un sistema de coordenadas cartesianas se define con respecto a este rectángulo  $Q$ . El origen del sistema de coordenadas está situado en el centro del área  $Q1$  del rectángulo  $Q$  y el eje  $x$  coincide entonces con el eje largo del rectángulo  $Q$  y el eje  $y$  coincide con el eje pequeño del rectángulo  $Q$ . La anchura  $w$  del muelle 50 laminar plano se mide en dirección  $x$  y la altura del muelle laminar plano se mide en dirección  $y$ .

La realización de ejemplo mostrada de un muelle 50 laminar plano tiene diversas características de un carácter generalmente opcional que se describirán a continuación. Para mayor claridad, un muelle laminar plano para su uso en un motor lineal como el propuesto puede no tener ninguna de estas características adicionales, puede tener una, varias o todas las características descritas.

La sección 51 de sujeción exterior se puede utilizar para la fijación del muelle laminar plano con respecto a una carcasa y la sección 54 de sujeción interior se puede utilizar para acoplarse a una parte móvil, tal como una armadura de motor, como se describirá más detalladamente a continuación.

Por consiguiente, las secciones 51 y 54 de sujeción exterior e interior están en un estado montado conectadas con partes que se moverán una con respecto a la otra. La sección de sujeción exterior e interior puede permanecer prácticamente plana cuando el muelle se deforma, en particular, si están conectadas sobre toda el área (áreas sombreadas en la Fig. 1) con, p. ej., una parte de carcasa o una armadura de un motor. Aunque se muestra que la sección de sujeción exterior 51 tiene un área cerrada mientras que la sección de sujeción interior se muestra que tiene un orificio central, el diseño de las

secciones de sujeción es libre para la persona experta y podría adaptarse a las necesidades de diseño, p. ej., la sección de sujeción exterior también podría tener un orificio central y/o la sección 54 de sujeción interior podría ser un área cerrada o una o ambas secciones de sujeción podrían tener dos o incluso más orificios.

5 La constante elástica del muelle laminar puede ser influenciada y afinada ajustando las dimensiones del muelle laminar plano (es decir, su anchura en dirección  $x$ , su altura en la dirección  $y$  y su espesor en dirección  $z$ ) y, en general, su topología. Además, para establecer una constante elástica particular, dos o más muelles 50 laminares planos pueden apilarse en la dirección  $z$  para formar un conjunto de muelles laminares, cuyo conjunto de muelles laminares entonces proporciona una constante elástica que de otra forma podría proporcionarse solamente mediante un muelle laminar mucho más grande (más grande en sus valores de anchura y altura, es decir, sus extensiones  $x$  e  $y$ , o mediante un muelle laminar mucho más grueso, ya que la constante elástica es generalmente proporcional al volumen del muelle). Como resulta obvio a partir de la topología del muelle 50 laminar plano mostrado en la Fig. 1 y en la descripción anterior, el muelle 50 laminar plano permite el movimiento de las secciones de sujeción 51 y 54 exterior e interior entre sí en la dirección  $z$  bajo una constante elástica  $k_z$  dada que actúa para hacer que el muelle laminar 50 vuelva en un único plano de extensión (el estado de reposo del muelle laminar plano). Las constantes elásticas  $k_x$  y  $k_y$  que actúan en la dirección  $x$  e  $y$ , respectivamente, son mucho mayores que la constante elástica  $k_z$ . Por lo tanto, la utilización del muelle 50 laminar plano o de conjuntos de muelles laminares apilados de dos o más muelles 50 laminares planos en un motor lineal como se muestra en la Fig. 2, no solo permiten que actúen fuerzas de retorno en la dirección  $z$  contra el desplazamiento de una armadura o una masa secundaria desde sus respectivas posiciones de reposo, sino que también permiten el montaje de la armadura y la masa secundaria en una carcasa del motor sin ningún otro cojinete, tal como cojinetes de bolas o cojinetes deslizantes, ya que los muelles laminares planos proporcionan un soporte estable en la dirección  $x$  e  $y$ .

25 El centro del área 51A de la sección 51 de sujeción exterior puede estar desplazado con respecto al eje  $y$  en una distancia  $d1$  (es decir, la ubicación del centro del área 51A de la sección de sujeción exterior se ubica entonces en  $x = -d1$  en el punto del sistema de coordenadas cartesianas definido anteriormente), donde en algunas realizaciones,  $d1$  puede estar en el intervalo de entre aproximadamente 0,1 mm a 10 mm. Adicional o alternativamente, el centro del área 54A del área 54 de sujeción interior puede estar desplazado con respecto al eje  $x$  en una distancia  $d2$  (es decir, el centro del área 54A de la sección de sujeción interior se encuentra entonces en  $x = 0$  e  $y = -d2$ ), donde en algunas realizaciones,  $d2$  puede estar en el intervalo de entre aproximadamente 0,1 mm a 10 mm. Estos desplazamientos  $d1$ ,  $d2$  de la primera y/o la segunda secciones 51 y 54 de sujeción pueden ser útiles, en particular, para aumentar la longitud total y/o la longitud angular del brazo elástico 58 a modo de espiral sobre diseños en los que al menos una de las secciones de sujeción exterior e interior no están desplazadas y, por lo tanto, estos desplazamientos probablemente conducen a cambios, en particular, a una mejora de las características elásticas del muelle laminar 50 para el uso previsto. En particular, el brazo elástico 58 puede extenderse entonces sobre un intervalo angular de por lo menos aproximadamente 360 grados, en relación con el centro del área 54A de la sección 54 de sujeción interior.

40 El brazo elástico 58 a modo de espiral tiene su primera y segunda secciones 52 y 53 de brazo elástico con anchuras de brazo variables  $b$  (donde la anchura del brazo se mide en una dirección perpendicular a una línea central 58A del brazo elástico 58). Como se indica en la Fig. 1, la anchura del brazo  $b(\varphi)$  puede determinarse como una función de la posición angular del ángulo  $\varphi$ , donde  $\varphi = 0$  grados sería el ángulo inicial del brazo elástico cuando está conectado con la sección 54 de sujeción interior. En la realización mostrada, el valor de extremo angular sería  $\varphi = 360$  grados, donde el brazo elástico 58 está conectado con la sección 51 de sujeción exterior. Con fines ilustrativos, se representa un vector  $r(\varphi)$  en la Fig. 1 para un valor angular  $\varphi$  dado, cuyo vector se origina en el centro del área 54A de la sección 54 de sujeción interior y se extiende hasta el punto donde el vector  $r(\varphi)$  cruza la línea central 58A del brazo elástico 58. Después, se mide la anchura del brazo  $b(\varphi)$  en una dirección que es perpendicular a la línea central 58A del brazo elástico 58, tal como se indica en la Fig. 1.

50 En la realización mostrada, la anchura  $b$  del brazo de la primera sección 52 del brazo elástico aumenta desde un valor inicial de anchura de la anchura cerca de la sección de sujeción exterior 51 hasta un valor de la anchura central más o menos en su extensión máxima en la dirección  $x$  positiva, que puede aumentarse con respecto al valor inicial de la anchura por 150 % (es decir, por un factor de 1,5). El valor de la anchura inicial puede ser de nuevo alcanzado cuando la primera sección 52 del brazo elástico se extiende más en la dirección  $y$  negativa, es decir, donde la primera sección 52 del brazo elástico se fusiona en la segunda sección 53 de brazo elástico. Como se muestra en la Fig. 1, la parte del brazo elástico 58 donde la primera y la segunda secciones 52 y 53 de brazo elástico se fusionan puede tener un borde exterior plano que se extiende en dirección  $x$  (es decir, este borde exterior es paralelo al eje  $x$ ). El valor de anchura máxima de la segunda sección 53 de brazo elástico puede realmente aumentar hasta un valor del 200 % (o más) del valor de la anchura inicial. Este mayor aumento en la anchura del brazo puede considerarse como consecuencia del mayor radio de curvatura de la segunda sección 53 del brazo elástico, que necesita ser en espiral hacia el área central del muelle 50 laminar plano, mientras que la primera sección 52 del brazo elástico tiene un radio de curvatura menor. Además, la anchura del brazo de la segunda sección 53 del brazo elástico puede ser menor, p. ej., 25 % del valor de la anchura inicial, donde la segunda sección 53 de brazo se fusiona en la sección 54 de sujeción interior. El diseño y la topología exactos se puede encontrar mediante simulación numérica para un diseño de motor lineal dado y los cambios en la anchura radial del brazo elástico 58 a modo de espiral pueden elegirse, en particular, para minimizar la tensión en el muelle laminar 50 durante la operación y, por lo tanto, las características de optimización mostradas y descritas

5 tienen una influencia positiva sobre el desgaste del muelle laminar 50. Los valores dados aquí con respecto a la realización de ejemplo mostrada en la Fig. 3 son solamente ilustrativos y cualquier otro valor puede ser considerado, dependiendo de las formas, dimensiones y materiales particulares y de la amplitud de oscilación que los muelles laminares deben soportar. Generalmente, el brazo elástico puede tener una anchura radial que se comporta similar al radio de curvatura de la línea central del brazo elástico, p. ej., la anchura radial del brazo elástico puede aumentar proporcional a la curvatura lineal de la línea central del brazo elástico.

10 Para ilustrar una consecuencia de la estructura achatada del muelle laminar plano generalmente descritos aquí, la siguiente sección toma un enfoque adicional para caracterizar la forma y la topología del muelle laminar plano propuesto. Por lo menos una mitad del muelle laminar 50 puede aproximarse por un círculo 60 dibujado en el plano de extensión de tal manera que por lo menos una sección 61 del círculo se puede cortar lejos del círculo o de manera que dos secciones 61, 62 se puede recortar del círculo mediante dos líneas paralelas 61A y 62A (en la realización mostrada, estas dos líneas paralelas son paralelas al eje  $x$ ) de manera que la forma restante encierra todavía el muelle laminar completo. Aquí, "aproximación por un círculo" significa que se elige el círculo más pequeño posible de modo que envuelve todo el muelle laminar plano. La altura de cada una de las secciones cortadas del círculo en la dirección  $y$  (asumiendo que las líneas 61A, 62A de corte son paralelas al eje  $x$ ) pueden estar en un intervalo de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 100 % del radio del círculo. Aunque las secciones cortadas pueden tener una altura igual o similar en la dirección  $y$ , la altura de corte puede elegirse, en particular, para ser diferente, p. ej., la altura de corte relativa para una topología del muelle laminar, como se muestra en la Fig. 3, puede ser del 5 % para la sección inferior (es decir, en el intervalo  $y$  negativo) y del 30 % para la sección superior (es decir, en el intervalo  $y$  positivo). Como la forma exterior de la carcasa del motor lineal puede seguir la forma de los muelles laminares (lo que significa que todas las otras partes mostradas en la Fig. 2 también tienen que encajar en esta forma definida por los muelles laminares), esto puede resultar en un espacio de construcción libre dentro de una carcasa de forma circular de un dispositivo eléctrico en el que se realizará el motor lineal. Así, la sección transversal achatada o aplanada del motor lineal puede dejar espacio de construcción dentro de la carcasa del dispositivo eléctrico que se puede usar, p. ej., para alojar una placa de circuito impreso (opcionalmente flexible) u otras partes del dispositivo eléctrico. En otras palabras, el muelle laminar plano puede encajar en el rectángulo más pequeño como se describió anteriormente, donde las esquinas del rectángulo son redondeadas.

20 En algunas realizaciones, el muelle laminar plano se fabrica con material de chapa de acero elástica (número de material 1.4310) y el espesor de los muelles laminares individuales puede ser de aproximadamente 0,35 mm a aproximadamente 0,4 mm.

25 La Fig. 2 es un corte longitudinal a través de una realización de ejemplo de un motor lineal 10 según uno o más aspectos de la presente descripción, cuyo motor lineal 10 aquí además comprende un conjunto de árbol de accionamiento dispuesto en una extensión 23 de la carcasa del motor tubular. El motor lineal 10 puede utilizarse en particular en un dispositivo eléctrico 1 como se describirá en relación con la Fig. 5. El motor lineal 10 puede tener una carcasa 20 del motor, una armadura 100 montada para una oscilación lineal a lo largo de una dirección longitudinal (que es paralela a un eje longitudinal  $L$ ), como se indica mediante la flecha doble O1, un estátor 200 y una unidad de masa secundaria 500 montada para oscilación lineal a lo largo de la dirección longitudinal, como se indica mediante la flecha doble O2. En algunas realizaciones, puede estar presente una unidad de acoplamiento para acoplar mecánicamente la armadura 100 a la unidad de masa secundaria 500. Se indica un sistema de coordenadas cartesianas, donde el eje  $z$  coincide (es decir, es paralelo a) con el eje longitudinal  $L$  y el eje  $y$  es perpendicular al eje  $z$  en el plano del papel. El eje  $x$  se extiende dentro de la profundidad del papel.

30 El estátor 200 comprende un núcleo de bobina 201 que puede conectarse de forma fija con la carcasa 20 del motor y una bobina 202 de estátor se enrolla alrededor del núcleo de bobina 201. Aunque en la Fig. 2 se muestra un hierro posterior en forma de E (es decir, tres dientes), esto no excluye que se puedan utilizar otros diseños de hierro posterior, p. ej., un hierro posterior en forma de U (es decir, dos dientes). Los dientes del núcleo 201 de bobina tienen superficies de extremo que están orientadas hacia una disposición 120 de imanes permanentes montados en una sección central 110 de la armadura 100. El motor lineal 10 puede comprender al menos dos contactos eléctricos para proporcionar corriente eléctrica a la bobina de estátor 202 durante la operación. El núcleo 201 de bobina puede fabricarse de una pila de láminas aisladas, tales como láminas metálicas ferromagnéticas ("hierro blando", p. ej., metal a base de Fe-Si) como se conoce en la técnica. En algunas realizaciones ilustrativas, la longitud de la superficie de extremo de la pata central de un núcleo de bobina en forma de E en la dirección  $z$  puede ser de aproximadamente 3,0 mm y la longitud respectiva de la superficie de extremo de las otras dos patas puede ser de aproximadamente 2,0 mm.

35 La armadura 100 puede fabricarse también (al menos parcialmente) de una pila de láminas aisladas, tales como láminas metálicas ferromagnéticas (p. ej., metal a base de Fe-Si) como se conoce en la industria. La armadura 100 se puede montar en la carcasa 20 mediante un primer y un segundo conjunto de muelles de montaje 310, 311 de armadura y la unidad de masa secundaria 500 puede montarse en la carcasa 20 del motor mediante un primer y un segundo conjunto de muelles de montaje de la masa secundaria 312, 313. Los conjuntos de muelles de montaje 310 y 311 de armadura y/o los conjuntos de muelles de montaje de masa secundaria 312 y 313 pueden realizarse, en particular, como muelles laminares planos que se extienden cada uno en un estado de reposo en un plano perpendicular al eje longitudinal  $L$ , cuyos muelles laminares planos se pueden realizar, en particular, como el muelle laminar plano generalmente propuesto descrito anteriormente con referencia a la Fig. 1, que tiene una forma a modo de

espiral con una sección de sujeción exterior que está dispuesta en el exterior del muelle laminar plano y una sección de sujeción interior dispuesta más en un área central del muelle laminar plano. Cada uno de los conjuntos 310, 311, 312, 313 de muelles de montaje puede estar en un extremo (es decir, con una sección de sujeción exterior) conectado de forma fija en o con relación a la carcasa 20 del motor y en otro extremo (es decir, en una sección de sujeción interior) conectado de forma fija con la armadura 100 o la unidad de masa secundaria 500, respectivamente. Como se muestra en la Fig. 2, cada uno de los conjuntos 310, 311, 312, 313 de muelle de montaje pueden montarse en la carcasa 20 del motor mediante elementos 230, 231, o 530 de sujeción, cuyos elementos de sujeción pueden estar montados de forma fija en la carcasa 20 del motor y pueden estar montados de forma fija en la sección de sujeción exterior del respectivo conjunto de muelle de montaje. Cada uno de los conjuntos 310, 311, 312 o 313 de muelles mencionados puede estar hecho de un único muelle laminar plano o a partir de una pila de muelles laminares planos (en particular, de forma idéntica) apilados en dirección z. Cada uno de los muelles laminares puede tener, en particular, un cierto espesor en la dirección z para lograr una constante elástica objetivo. El espesor y el número de muelles laminares se pueden fijar para ajustar las características de los componentes del motor lineal 10 tales como las frecuencias de resonancia y anti-resonancia (o: cancelación) (la frecuencia de anti-resonancia o cancelación es la frecuencia en la que la armadura y la masa secundaria no solo se mueven con una fase esencialmente idéntica, sino también con una amplitud esencialmente idéntica, de manera que las vibraciones transmitidas a la carcasa del motor son mínimas). Aunque una alta constante elástica se podría lograr con un muelle laminar grueso en lugar de una pila de dos muelles laminares más delgados, se ha descubierto que un muelle laminar más grueso tiene una curva de deflexión diferente que una pila de dos muelles laminares delgados, y que esta última tiene una mejor resistencia a la fatiga y, por lo tanto, puede mejorar el comportamiento de larga vida del diseño general del motor. Los conjuntos de muelles de montaje pueden estar, particularmente, dispuestos de manera que estén alineados en dirección longitudinal, es decir, de manera que los muelles laminares planos de forma idéntica están superpuestos uno sobre el otro.

La armadura 100 puede tener salientes 115 y 116 de sujeción que se extienden en la dirección z y que están dispuestos de manera centrada con respecto al eje longitudinal L. Como se muestra en la Fig. 2 para una realización de ejemplo de un motor lineal de acuerdo con la presente descripción, el saliente 116 de sujeción del lado izquierdo (donde izquierda y derecha se utilizan con respecto al plano del papel sobre el que se representa el motor lineal) puede estar conectado de forma fija con el conjunto 311 de muelles de montaje de armadura del lado izquierdo. Además, el saliente 115 de sujeción del lado derecho puede estar conectado de forma fija con el conjunto 310 de muelles de montaje de la armadura del lado derecho. Además, el saliente 116 de sujeción del lado izquierdo puede establecer una conexión con un árbol 190 de accionamiento de manera que la oscilación lineal de la armadura 100 indicada por la flecha doble O1 se transfiere durante la operación al árbol 190 de accionamiento y desde el árbol 190 de accionamiento a un elemento funcional para ser accionado en movimiento (como se explica con referencia a la Fig. 5). El árbol 190 de accionamiento puede estar dispuesto de manera centrada con respecto al eje longitudinal L. La armadura y el árbol de accionamiento pueden estar conectados por medios mecánicos (p. ej., una conexión de ajuste a presión), mediante un elemento de ajuste de fuerza empujados juntos, o se pueden conectar mediante un proceso separado, p. ej., un proceso de soldadura.

Además, la masa secundaria 520 puede tener salientes 525 y 526 de sujeción que se extienden en la dirección z (es decir, en la dirección de la extensión longitudinal) y que están dispuestos de manera centrada a lo largo del eje de extensión longitudinal L. El saliente 525 de sujeción del lado derecho puede estar conectado de manera fija con el conjunto de muelles de montaje de la masa secundaria 312 del lado derecho. Además, el saliente 526 de sujeción del lado izquierdo puede estar conectado de forma fija con el conjunto de muelles de montaje de la masa secundaria 313 del lado izquierdo.

Como se explicará con más detalle a continuación, la unidad de masa secundaria 500 se utiliza para excitarse en una oscilación en sentido contrario con respecto a la oscilación de la armadura durante la operación. Por lo tanto, las vibraciones transmitidas a la carcasa 20 del motor (y, por lo tanto, eventualmente a una sección de mango del dispositivo eléctrico en el que se puede montar el motor lineal 10) por un lado se reducirán con un diseño sin una unidad de masa secundaria 500 y, por otro lado, las vibraciones transmitidas a la carcasa por lo menos parcialmente se cancelarán entre sí debido a la oscilación en fase inversa de la unidad de masa secundaria 500 con respecto a la oscilación de la armadura 100.

La armadura 100 puede comprender varias secciones, a saber, dos secciones 113 y 114 de extremo, una sección central 110 y dos secciones intermedias 111 y 112 que cada una conecta un extremo de la sección central 110 con una sección 113 o 114 de extremo respectiva, es decir, la sección 111 intermedia derecha conecta el extremo derecho de la sección central 110 con la sección 113 de extremo derecha y la sección 114 intermedia izquierda conecta el extremo izquierdo de la sección central 110 con la sección 114 final izquierda. Aunque las secciones 113 y 114 de extremo derecho e izquierda pueden disponerse de manera centrada alrededor del eje longitudinal L, que tiene una cierta distancia a la carcasa 20 del motor, la sección central 110 se coloca solo a una pequeña distancia a la carcasa 20 del motor, es decir, la sección central 110 se extiende a lo largo de un eje longitudinal que es paralelo al eje longitudinal L y que está más cerca de la carcasa 20 del motor. Por lo tanto, la sección central 110 se retrae hacia un lado de la carcasa 20 del motor, de manera que se consigue más volumen de construcción entre la sección central 110 y el lado opuesto de la carcasa 20 del motor. A diferencia de otros diseños de motor lineales conocidos a partir de cepillos dentales eléctricos en los que el estátor está dispuesto alrededor de la armadura, este diseño particular de la armadura 100 como se ha descrito permite colocar el estátor 200 opuesto a la sección central 110 de la armadura 100 en el lado opuesto de la carcasa del motor.

El conjunto 120 de imanes permanentes mencionado anteriormente puede colocarse en un lado de la sección central 110 de la armadura 100 que está orientada hacia las superficies de extremo de los dientes del núcleo 201 de bobina. Aquí, la unidad 120 de imanes permanentes está realizada por dos imanes permanentes 121 y 122 adyacentes que están dispuestos lado a lado en la dirección z. En una realización ilustrativa, los imanes permanentes pueden tener una altura en la dirección x de 1,3 mm, una anchura en la dirección z de 11,5 mm y una longitud en la dirección y de 6,0 mm. Los imanes permanentes pueden estar hechos de material (sinterizado) de FeNdB (neodimio-hierro-boro). En particular, un espacio de aire entre las superficies de extremo del núcleo 201 de bobina y la disposición 120 de imanes permanentes puede extenderse cerca, en particular, aproximadamente de manera centrada con respecto al eje longitudinal L, cuyo diseño puede conducir a fuerzas de inclinación más bajas durante la operación, que soporta el uso de los conjuntos de muelles de montaje también como cojinetes para la armadura. Esto conduce, por un lado, a un diseño de motor más simple, por lo tanto, a una realización de coste relativamente bajo del motor lineal, y por otro lado, a una opción de diseño que permite obtener fuerzas más elevadas por el motor lineal en un volumen de construcción dado (como se describirá más adelante con referencia a la Fig. 4).

Los dos imanes permanentes 121 y 122 están montados en una sección central 110 de la armadura 100, de tal manera que las superficies de extremo de los imanes permanentes 121, 122 están orientadas hacia las superficies de extremo de las tres patas 203, 205, 207 del núcleo 201 de bobina en forma de E. En un estado de reposo, la superficie de extremo de la pata central 203 del núcleo 201 de bobina está colocada de manera centrada entre las caras de extremo de los dos imanes permanentes 121, 122. La armadura 100 está acoplada a un árbol 190 de accionamiento, ya sea directamente (p. ej., mediante una conexión soldada o una conexión de ajuste con fuerza) o mediante un adaptador de acoplamiento. El árbol 190 de accionamiento está alineado de manera centrada con el eje longitudinal L, cuyo eje longitudinal L es paralelo a la dirección longitudinal a lo largo de la cual se produce la oscilación lineal de la armadura 100. Un espacio de aire entre las superficies de extremo de los imanes permanentes 121, 122 y de las caras de extremo de las patas del núcleo de bobina está dispuesto para estar cerca del eje longitudinal L, en particular, la línea central vertical del espacio de aire puede desviarse del eje longitudinal L por no más de aproximadamente 1 mm, opcionalmente, por no más de 0,5 mm.

El estátor 200 está conectado de forma fija con una carcasa 20 del motor. La carcasa 20 del motor puede comprender una tapa inferior 21 y una tapa superior 22 para aumentar la estabilidad de la carcasa 20 del motor. El árbol 190 de accionamiento puede extenderse en un hueco de una carcasa delantera 23 generalmente tubular que termina en una sección 24 de conexión, que puede comprender una estructura de conexión adecuada para establecer una conexión mecánica particular con una estructura de conexión respectiva en una sección de sujeción. El árbol 190 de accionamiento puede tener en su extremo libre (opuesto a su extremo donde está acoplado a la armadura 100) una sección 191 de soporte que puede acomodar un elemento 192 de acoplamiento magnético para establecer una conexión magnética con un elemento de acoplamiento magnético respectivo de una sección de sujeción, de modo que el árbol 190 de accionamiento pueda transferir la oscilación lineal proporcionada por la armadura 100 a un elemento funcional montado en la sección de sujeción para el movimiento accionado. Una junta 194 de fuelle puede estar dispuesta entre el árbol 190 de accionamiento y la carcasa delantera 23 para sellar el motor lineal contra líquidos y/o polvo.

La Fig. 3 es un corte en sección transversal a través del motor lineal 10 mostrado en la Fig. 2 a lo largo del plano que se indica por la línea A-A en la Fig. 2 con la dirección de visión hacia el árbol de accionamiento. El corte en sección transversal pasa a través de la sección central 110 de la armadura en la que se monta el segundo imán permanente 122, cuyo segundo imán permanente 122 tiene una superficie 123 que está orientada hacia la superficie 204 de extremo de la pata central 203 del núcleo 201 de bobina. La superficie 204 de extremo de la pata central 203 y la superficie 123 de extremo del segundo imán permanente 122 están dispuestas con un espacio de aire entre las mismas, cuyo espacio de aire puede tener una anchura d que puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 0,6 mm, opcionalmente en un intervalo de entre aproximadamente 0,2 mm y aproximadamente 0,5 mm, y también opcionalmente en un intervalo de aproximadamente 0,25 mm a aproximadamente 0,4 mm. La bobina 202 de estátor se enrolla alrededor de la pata central 203 del núcleo 201 de bobina.

La Fig. 3 muestra que la disposición opuesta particular del estátor 200 y de la armadura 100 permite usar de manera óptima la anchura y la altura de la forma en sección transversal del motor lineal 10, cuya forma en sección transversal está esencialmente definida por la forma de los muelles laminares planos de los conjuntos de muelles de montaje, cuyos conjuntos de muelles de montaje aquí tienen todas las mismas dimensiones y están alineados. Como resultado de esta disposición, el motor lineal propuesto puede proporcionar una fuerza de accionamiento máxima superior a otros motores lineales que tienen las mismas dimensiones y volumen de construcción, pero donde se emplea un diseño de motor diferente, tal como una disposición concéntrica de estátor y armadura.

A continuación, se describe la operación de un motor lineal como el que se propone, donde se hace referencia a las realizaciones de ejemplo mostradas en la Fig. 2 y en la Fig. 3, que no deberían interpretarse como limitativas. En operación, se aplica una corriente de bobina alterna desde una fuente de energía mediante un circuito de control de motor a la bobina 202 de estátor. Se desarrolla un campo electromagnético alterno alrededor del estátor 200, que interactúa con la disposición de imanes permanentes 120 de la armadura 100 y lleva a un movimiento lineal alterno (es decir, oscilante) de la armadura 100. La corriente alterna de la bobina proporcionada a la bobina 202 de estátor puede tener una frecuencia en o cerca de la frecuencia de anti-resonancia (o cancelación) del sistema oscilante global. La respectiva frecuencia (o frecuencias) de anti-resonancia puede determinarse empíricamente o por medio



de simulaciones numéricas. El motor lineal 10 puede estar diseñado de tal manera que se obtiene un valor de amplitud máxima típico de la oscilación de la armadura lineal que se encuentre en un intervalo de aproximadamente  $\pm 0,1$  mm a aproximadamente  $\pm 2,0$  mm cuando se proporciona una corriente máxima disponible. De forma opcional, este intervalo se puede elegir entre  $\pm 0,5$  mm y  $\pm 1,5$  mm, más opcionalmente entre  $\pm 0,8$  mm y  $\pm 1,2$  mm. En algunas realizaciones, el valor de amplitud máximo puede elegirse de forma que sea de aproximadamente  $\pm 1,0$  mm.

Se establece aquí que el uso de muelles laminares como se muestra en la Fig. 1 esencialmente limita el movimiento posible de la armadura 100 a un movimiento lineal oscilante en la dirección z. Sin embargo, la deformación de los muelles laminares 50 que se muestra en la Fig. 1 (u otros muelles laminares a modo de espiral) experimentarán inevitablemente un ligero movimiento lateral de la segunda sección 54 de sujeción. Ahora se puede disponer uno de los conjuntos de muelles de montaje de la armadura 310, 311 en una primera orientación (p. ej., la orientación como se muestra en la Fig. 1), pero el otro conjunto de muelles de montaje de la armadura en una orientación reflejada (es decir, con respecto al eje y en la Fig. 1) para compensar el movimiento lateral. Pero dicha configuración probablemente conduciría a una desviación de la armadura 100 con respecto al eje z. Por el contrario, en caso de que los conjuntos 310 y 311 de muelles de montaje de la armadura estuvieran montados con una orientación idéntica, esto conduciría a un movimiento lateral global de la armadura 100, que es probable que sea un mejor movimiento controlable (en términos del diseño general del dispositivo eléctrico en el que se usará el motor lineal) que cualquier movimiento de desviación.

Las vibraciones de la armadura 100 accionada linealmente se transfieren a la unidad de masa secundaria 500, que está montada por los conjuntos de muelles de montaje de masa secundaria 312 y 313 en la carcasa del motor 20, a través de la carcasa del motor 20 que actúa como una base de unión. Asumiendo que la frecuencia de excitación de la corriente de la bobina de estátor aplicada está predeterminada en consecuencia, se puede excitar una oscilación en fase contraria de la unidad de masa secundaria 500, cuya oscilación en fase contraria está al menos cerca de 180 grados desplazada de fase respecto al movimiento oscilante de la armadura 100.

Se conoce el uso de motores lineales en dispositivos eléctricos, p. ej., dispositivos de higiene oral tales como el Oral-B™ Pulsonic, donde el motor lineal acciona un cabezal de cepillo de recambio que se une a un árbol de accionamiento que proporciona oscilaciones lineales que tienen una amplitud pico de oscilación de aproximadamente  $\pm 0,5$  mm en un movimiento oscilatorio lineal respectivo a una frecuencia de aproximadamente 255 Hz. El motor lineal del Oral-B™ Pulsonic tiene un volumen de aproximadamente  $18,4 \text{ cm}^3$  y puede proporcionar una fuerza de accionamiento máxima durante la operación de aproximadamente 4,5 Newtons (N) y se bloquea si se aplica una fuerza de aproximadamente 5,5 N en el motor lineal (como se verá más adelante con referencia a la Fig. 4). Por el contrario, se puede realizar un motor lineal como el propuesto con un volumen de aproximadamente  $14,8 \text{ cm}^3$  (48,5 mm de longitud, 21 mm de anchura y 14,5 mm de altura), cuyo motor lineal puede proporcionar a través de su árbol de accionamiento una oscilación lineal que tiene una amplitud de oscilación pico de aproximadamente  $\pm 1,0$  mm a una frecuencia de aproximadamente 150 Hz y puede proporcionar una fuerza de accionamiento máxima durante la operación de aproximadamente 6,0 N y puede bloquearse si se aplica una fuerza de aproximadamente 10,0 N en el motor lineal. El comportamiento del motor respectivo se muestra en la Fig. 4, donde se puede ver la fuerza (F) frente a la amplitud (A) para los dos motores mencionados (donde P indica el motor Oral-B™ Pulsonic y M indica la realización de ejemplo de un motor propuesto definido en este párrafo). La fuerza F se refiere a la configuración actual máxima permitida para el motor respectivo. En la Fig. 4 puede observarse que el motor P proporciona una fuerza máxima F de aproximadamente 4,5 N a un valor de amplitud pico de aproximadamente 0,5 mm y ese motor M proporciona una fuerza máxima de aproximadamente 6 N a un valor de amplitud pico de aproximadamente 1,0 mm. Con el incremento de la fuerza aplicada al motor, la amplitud proporcionada se rompe. Para el motor P conocido anteriormente, una fuerza aplicada de 5,5 N conducirá a un motor completamente bloqueado y ya no se proporcionará ninguna amplitud. Para los ejemplos descritos y propuesto del motor M de la realización de ejemplo, el motor se bloqueará con una fuerza aplicada de 10 N. Así, el motor M no solo se puede usar para accionar un cabezal de cepillo de recambio en un movimiento oscilatorio lineal, sino también para accionar un elemento funcional montado en la carcasa de un cepillo de recambio en un movimiento diferente a un movimiento oscilatorio lineal, es decir, un movimiento que requiere una unidad de engranajes y, por lo tanto, necesita aplicar una carga adicional. Un aspecto que permite la alta fuerza del motor lineal propuesto en comparación con un motor conocido que tiene un volumen similar o incluso mayor es el diseño específico del motor descrito con referencia a la Fig. 2 con el uso de muelles laminares planos como se muestra y se describe con referencia a la Fig. 1. Esto permite fabricar un motor lineal con un volumen bajo que proporciona una fuerza alta.

Las pruebas se realizaron con un cepillo dental eléctrico como un dispositivo eléctrico que utiliza un motor lineal como el propuesto que se dispone en una sección de mango y una sección de sujeción que tiene como elemento funcional un cabezal de cepillo de repuesto conocido (p. ej., Oral-B™ Precision Clean) montado para rotación oscilatoria alrededor de un eje que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del cual vibra el motor lineal. En primer lugar, se ha encontrado que un motor lineal que proporciona un movimiento oscilatorio lineal que tiene una amplitud de aproximadamente  $\pm 1,0$  mm alrededor de una posición de reposo puede accionar el cabezal del cepillo en una rotación oscilatoria con una amplitud angular de aproximadamente  $\pm 20$  grados alrededor de una posición de reposo, cuyos  $\pm 20$  grados representan la amplitud angular proporcionada por los cepillos dentales eléctricos actuales tales como el Oral-B™ Professional 5000 equipado con un Oral-B™ Precision Clean. La amplitud angular de  $\pm 20$  grados se identificó mediante pruebas sensoriales como un valor que se prefiere mediante al

5 menos un subgrupo de candidatos de prueba para la frecuencia más alta de aproximadamente 150 Hz contra una frecuencia de aproximadamente 75-85 Hz. En segundo lugar, se ha descubierto que se requiere una fuerza de accionamiento máxima de 6 N a un valor de amplitud pico de  $\pm 1,0$  mm para proporcionar un buen resultado de limpieza para dicho cepillo dental eléctrico. A una fuerza de accionamiento inferior, la amplitud pico angular se rompe desde  $\pm 20$  grados, demasiado rápido bajo condiciones normales de limpieza.

10 La Fig. 5 muestra una realización de ejemplo de un dispositivo eléctrico 1 de acuerdo con la presente descripción, realizado aquí como un cepillo dental eléctrico, cuyo dispositivo eléctrico 1 puede comprender un motor lineal de acuerdo con la presente descripción. El dispositivo eléctrico 1 puede comprender una sección 2 de mango y una sección de sujeción separable particular que se muestra en un estado unido, es decir, en un estado donde la sección 3 de sujeción está unida a la sección 2 de mango. La sección 3 de sujeción puede comprender una primera estructura de conector y la sección 2 de mango puede comprender una segunda estructura de conector que permita, en particular, una conexión separable entre la sección 3 de sujeción y la sección 2 de mango, p. ej., la sección 3 de sujeción puede comprender uno o dos ganchos a presión flexibles y la sección 2 de mango puede comprender una o dos depresiones respectivas en las que pueden acoplarse salientes a presión de los ganchos a presión. La sección 3 de sujeción puede comprender, en particular, un elemento funcional 4, realizado aquí como un cabezal de cepillo, cuyo cabezal de cepillo puede montarse para el movimiento de accionamiento. Como se ha explicado, el motor lineal puede estar dispuesto en la sección 2 de mango y puede comprender un árbol de accionamiento que está funcionalmente acoplado al elemento funcional 4 en estado unido, de manera que el árbol de accionamiento transfiere movimiento proporcionado por el motor lineal durante la operación al elemento funcional 4. Por ejemplo, el motor lineal puede proporcionar un movimiento oscilatorio lineal a través del árbol de accionamiento, cuya oscilación lineal se transfiere al cabezal funcional 4 y puede convertirse en una rotación oscilante del elemento funcional 4 alrededor de un eje de rotación que puede, en particular, ser esencialmente perpendicular a un eje longitudinal a lo largo del cual vibra el árbol de accionamiento. Por supuesto, pueden contemplarse otros movimientos de un elemento funcional, p. ej., un movimiento de barrido oscilatorio alrededor de un eje que es esencialmente paralelo al eje longitudinal, una rotación o rotación oscilatoria alrededor de un eje de rotación que está en ángulo con respecto al eje longitudinal, etc. En lugar de realizarse como un cepillo dental eléctrico, el dispositivo eléctrico 1 puede realizarse, p. ej., como otro dispositivo de higiene oral tal como un dispositivo de limpieza dental eléctrico, un raspador eléctrico de lengua, un limpiador interdental eléctrico, un palillo dental eléctrico o como un dispositivo eléctrico de tratamiento de la piel, tal como un dispositivo de masaje eléctrico o un cepillo de exfoliación eléctrico, etc.

30 Las dimensiones y valores descritos en la presente memoria no deben entenderse como estrictamente limitados a los valores numéricos exactos indicados. Sino que, salvo que se indique lo contrario, debe considerarse que cada dimensión significa tanto el valor indicado como un intervalo funcionalmente equivalente en torno a ese valor. Por ejemplo, una dimensión descrita como "40 mm" significa "aproximadamente 40 mm".

**REIVINDICACIONES**

1. Un muelle (50) laminar plano para un motor lineal (10), en donde el muelle consiste en una sección de sujeción interior (54), una sección (51) de sujeción exterior, y un brazo elástico (58) que conecta la sección de sujeción interior y la sección de sujeción exterior, en particular en donde el muelle laminar plano está hecho de una sola lámina de manera que la sección de sujeción interior, el brazo elástico, y la sección de sujeción exterior son integrales entre sí, en donde el brazo elástico gira alrededor del centro del área (54A) de la sección de sujeción interior y el muelle laminar plano es achatado en su plano de extensión caracterizado por que una relación entre una anchura (w) del muelle laminar y una altura (h) del muelle laminar plano tiene un valor de al menos aproximadamente 1,33, siendo la dirección en la que se mide la altura perpendicular a la dirección en la que se mide la anchura, y en donde el brazo elástico gira en espiral alrededor del centro del área de la sección de sujeción interior en un intervalo angular de al menos 360 grados.
2. El muelle laminar plano según la reivindicación 1, en donde el centro del área (54A) de la sección (54) de sujeción interior está ubicado asimétricamente con respecto a la altura (h) del muelle y simétricamente con respecto a la anchura (W) del muelle.
3. El muelle laminar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde el centro del área (51A) de la sección (51) de sujeción exterior está dispuesto asimétricamente con respecto a la anchura (w) del muelle.
4. El muelle laminar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el brazo elástico (58) tiene una anchura de brazo (b( $\phi$ )) medida perpendicular a una línea central (58A) del brazo elástico (58), cuya anchura de brazo varía a lo largo de la longitud del brazo elástico y la anchura del brazo es mayor en dos secciones de brazo elástico esencialmente opuestas (52, 53) donde el brazo elástico se dobla en comparación con la anchura del brazo en regiones donde el brazo elástico se extiende esencialmente de una manera recta.
5. Un motor lineal (10) que comprende
  - una armadura (100) montada para una oscilación lineal accionada esencialmente a lo largo de una dirección longitudinal (L); y
  - al menos un primer y un segundo conjunto (310, 311) de muelles de montaje de armadura que están dispuestos cada uno perpendicularmente con respecto a la dirección longitudinal;
  - en donde el primer y el segundo conjunto de muelles de montaje de armadura está cada uno realizado por al menos uno de los muelles (50) laminares planos según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, opcionalmente en donde al menos el primer o el segundo conjunto de muelles de montaje de armadura es una pila de al menos dos de los muelles laminares planos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y el primer y segundo conjuntos de muelles de montaje de armadura están alineados posicionalmente entre sí en la dirección longitudinal.
6. El motor lineal según la reivindicación 5, que además comprende
  - una unidad (500) de masa secundaria montada para una oscilación lineal a lo largo de la dirección longitudinal (L) y prevista para su oscilación contraria con respecto a la armadura (100); y
  - al menos un primer y un segundo conjunto de muelles de montaje de masa secundaria (312, 313) que están dispuestos cada uno perpendicularmente con respecto a la dirección longitudinal;
  - en donde el primer y el segundo conjuntos de muelles de montaje secundario se realizan cada uno mediante al menos uno de los muelles (50) laminares planos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, opcionalmente en donde el primer o el segundo conjunto de muelles de montaje secundario es una pila de al menos dos de los muelles laminares planos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 y el primer y segundo conjuntos de muelles de montaje de masa secundaria están alineados posicionalmente entre sí en la dirección longitudinal y con el primer y segundo conjuntos (310, 311) de muelle de montaje de armadura.
7. El motor lineal según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6, en donde la armadura (100) está conectada de forma fija a la sección (54) de sujeción interior de al menos un muelle (50) laminar plano del primer conjunto (310) de muelles de montaje de armadura y con la sección (54) de sujeción interior de al menos un muelle laminar plano del segundo conjunto (311) de muelles de montaje de la armadura.
8. El motor lineal según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en donde la sección (51) de sujeción exterior del al menos un muelle (50) laminar plano del primer conjunto (310) de muelles de montaje de armadura y la sección de sujeción exterior del al menos un muelle laminar plano del segundo conjunto (311) de muelles de montaje de armadura está conectado de forma fija con respecto a un estátor (200) del motor lineal.

## ES 2 681 319 T3

9. Un dispositivo eléctrico (1), en particular un dispositivo de higiene oral eléctrico, que comprende un elemento funcional (4) montado para accionar el movimiento y un motor lineal (10) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en donde el motor lineal está dispuesto para accionar el elemento funcional del dispositivo eléctrico.
- 5 10. El dispositivo eléctrico de la reivindicación anterior, en donde el elemento funcional (4) está montado para una oscilación giratoria accionada alrededor de un eje de rotación que está en ángulo con respecto a la dirección longitudinal y un engranaje está dispuesto entre el motor lineal y el elemento funcional.
- 10 11. El dispositivo eléctrico de una de las dos reivindicaciones anteriores, en donde el motor lineal está diseñado para proporcionar una amplitud de oscilación pico en el intervalo de aproximadamente  $\pm 0,5$  mm a aproximadamente  $\pm 1,5$  mm alrededor de una posición central a una fuerza de accionamiento máxima de al menos aproximadamente 5 Newtons, opcionalmente una amplitud de oscilación pico de aproximadamente  $\pm 1,0$  mm alrededor de una posición central a una fuerza de accionamiento máxima de al menos aproximadamente 5,5 Newtons.

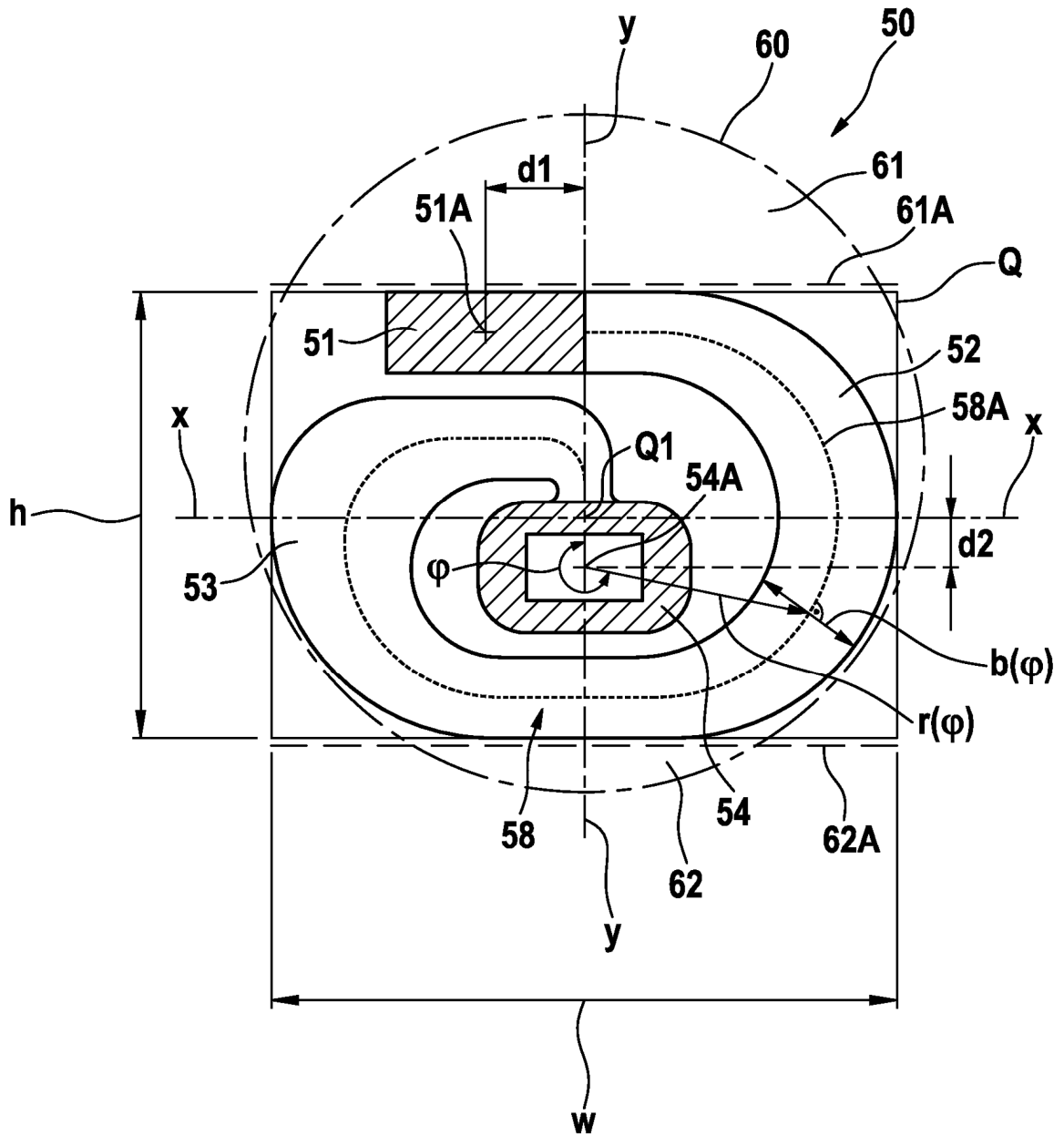


Fig. 1

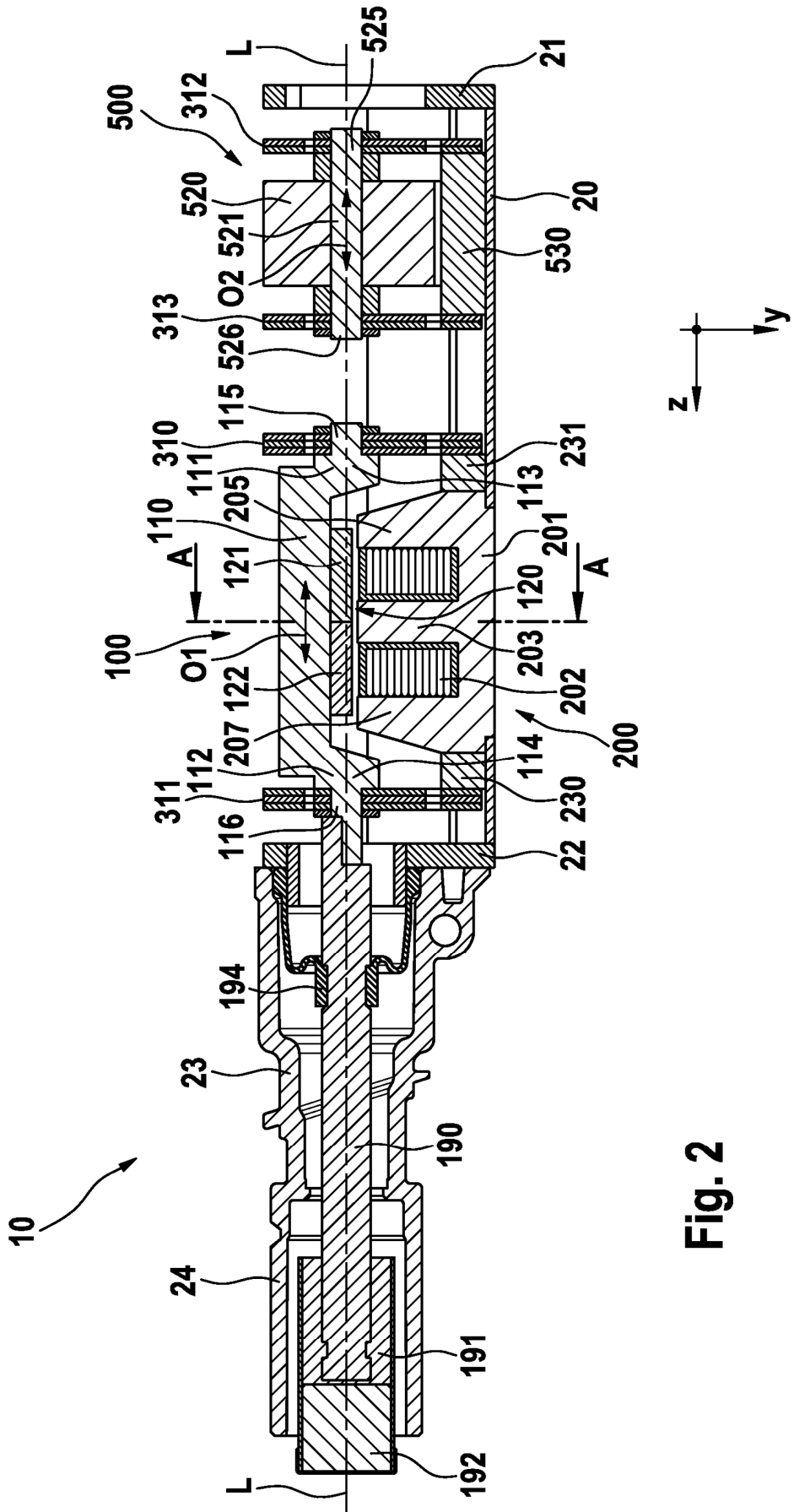
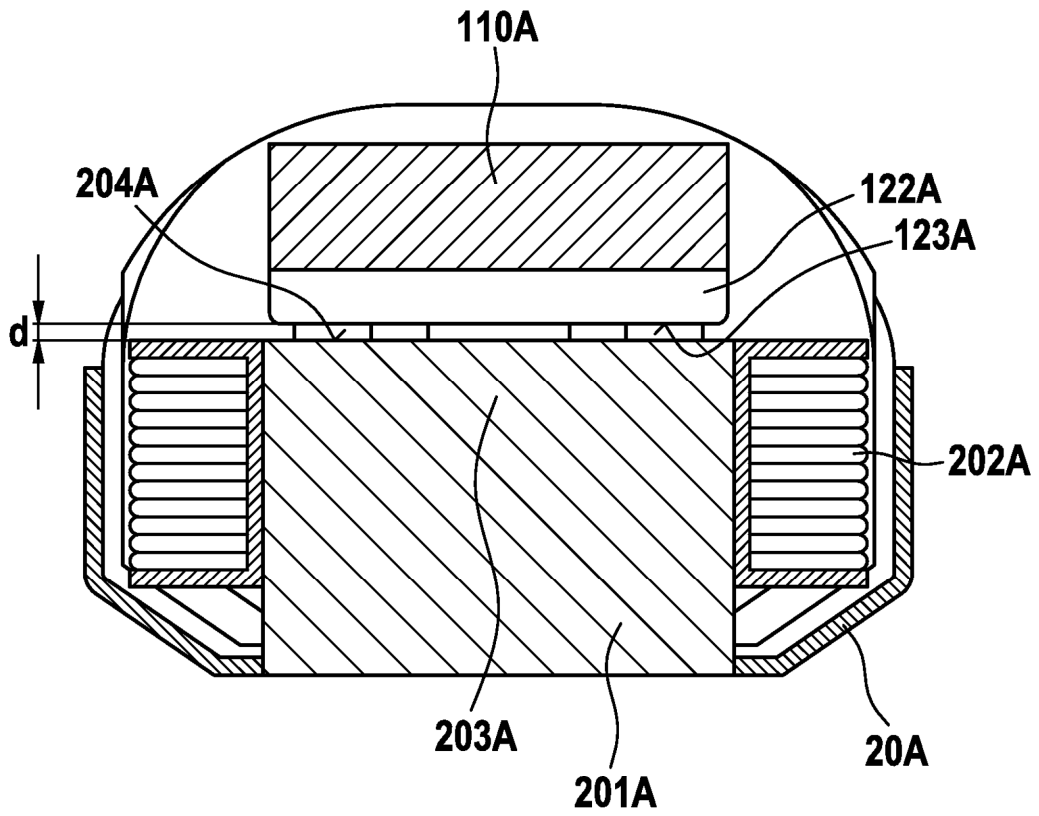
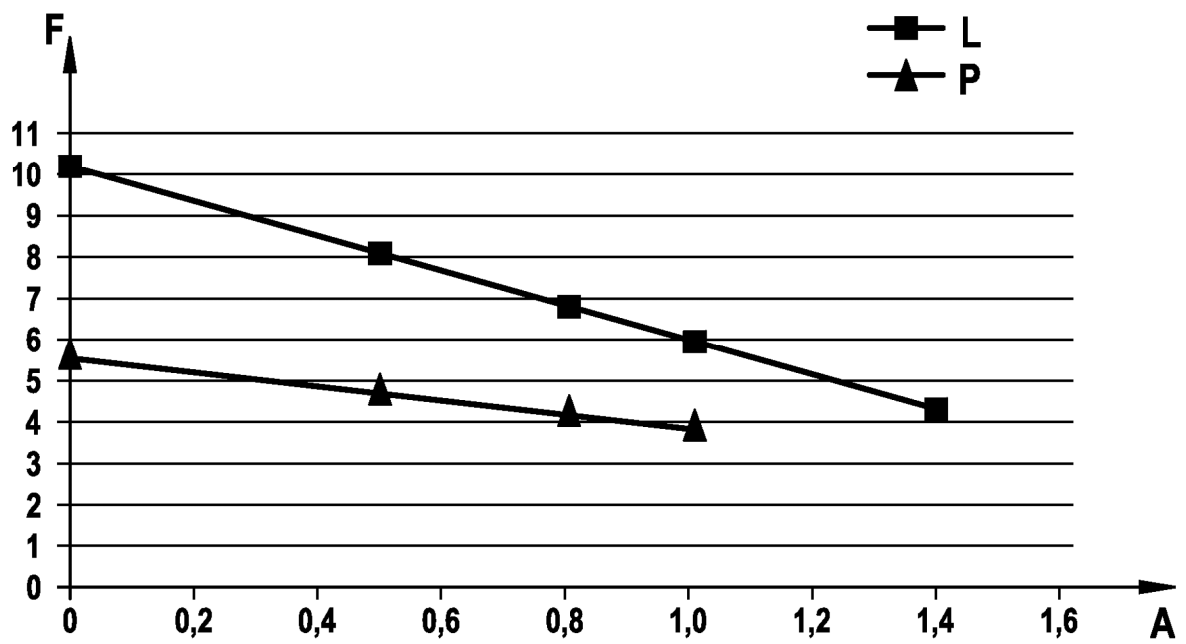


Fig. 2

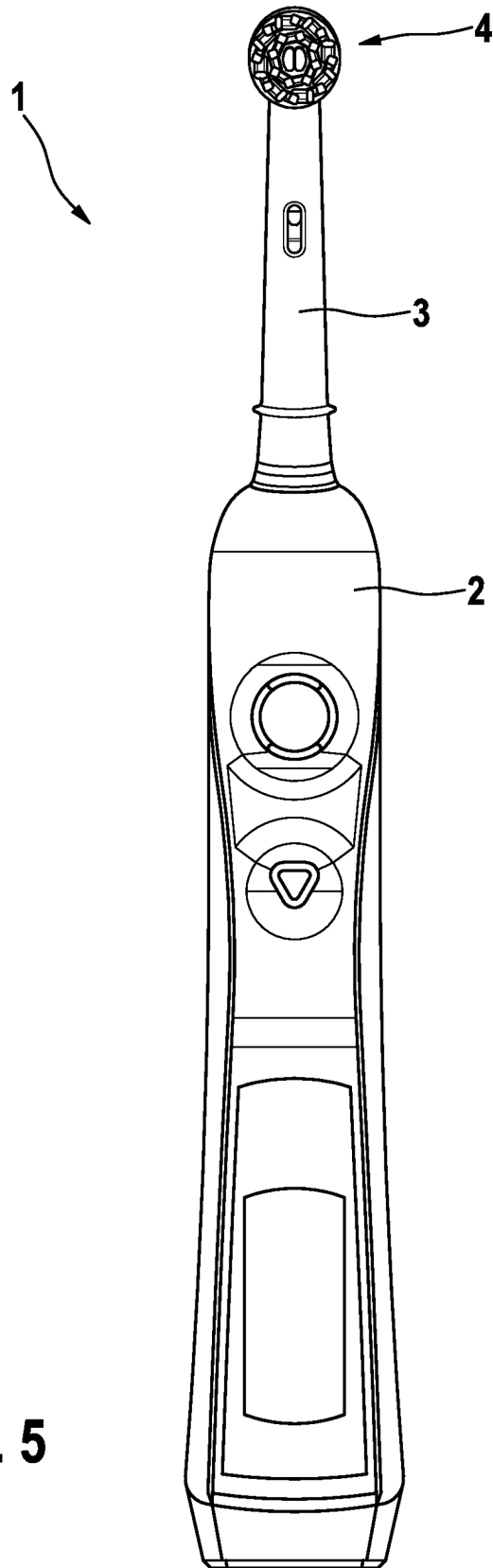


**Fig. 3**  
A - A



**Fig. 4**





**Fig. 5**